



Giles Gyer BSc (Hons) Osteopatía
Jimmy Michael BSc (Hons) Osteopatía, BSc (Hons) Ciencias deportivas
www.omtraining.co.uk
Instagram - @OMTTraining_Official

AVISO LEGAL

En la medida en que lo permita la ley, ni el editor ni los autores asumen ninguna responsabilidad por cualquier lesión y/o daño a las personas o a la propiedad que se produzcan como resultado de las instrucciones o ideas contenidas en el material aquí expuesto.

Este campo está en constante evolución a medida que nuevas investigaciones y experiencias aumentan nuestro conocimiento. Como resultado de esto, pueden ser necesarios cambios en su aplicación.

Los entrenadores deberían depender de su propia experiencia para evaluar y utilizar cualquier información contenida en este libro. Deberían de tener en cuenta su propia seguridad, así como la de los demás, y en caso de duda consultar a un profesional cualificado.

Respecto a cualquier técnica identificada, se recomienda al lector buscar la información más actualizada con respecto a los procedimientos, dosis, método y duración del tratamiento, así como sus contraindicaciones.

Es la responsabilidad del lector tener en cuenta todas las medidas de precaución necesarias.

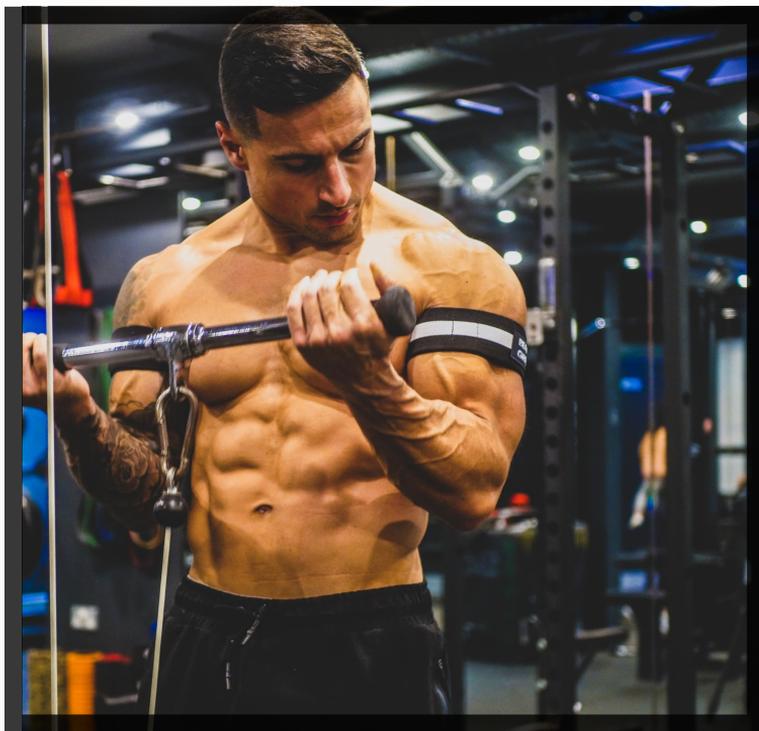
Ejercicio con Restricción del Flujo Sanguíneo

BEAR GRIP® 



Size	Measurement (Inches)	Body part
Medium	24.5"	Arms
Large	36"	Legs

BEAR GRIP® 



¿QUÉ ES LA RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO O RFS (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS BFR)?

- Un método de entrenamiento que restringe el flujo sanguíneo en la musculatura con un ejercicio de baja intensidad.
- La RFS intenta conseguir los mismos resultados que un entrenamiento de alta intensidad, pero con una menor intensidad y un flujo sanguíneo reducido.
- La técnica funciona principalmente al restringir el flujo arterial y venoso saliente del músculo.

HISTORIA

- Las raíces del entrenamiento con RFS se basan en un método japonés de entrenamiento llamado “Kaatsu”.
- El Dr. Yoshiaki Sato desarrolló este método de entrenamiento patentado
- Kaatsu significa “entrenar con presión añadida”.
- El entrenamiento Kaatsu se practica mundialmente y se consigue mediante el uso de un sistema de torniquete neumático



¿CÓMO FUNCIONA LA RFS CON EL SISTEMA DE TORNIQUETE NEUMÁTICO?

La técnica RFS consiste en aplicar presión externa mediante un manguito de torniquete en las extremidades superiores y/o inferiores. El manguito se infla y comprime gradualmente los vasos sanguíneos, esto dificulta el flujo sanguíneo normal, restringiendo parcialmente el flujo sanguíneo arterial y afectando gravemente al flujo saliente venoso. El resultado final de la RFS es un suministro menor de oxígeno (hipoxia) en el tejido muscular y una acumulación de sangre (insuficiencia venosa) en los capilares. Por lo general, se acumulará sangre en las extremidades ocluidas.

- Realizar ejercicios practicando RFS alterará de mayor forma el flujo sanguíneo, dado que dicha actividad aumentará la presión intramuscular bajo el manguito.

APLICACIÓN DE LA RFS

1. Activamente, con ejercicio:

RFS con ejercicio de resistencia o RFS-ER (por sus siglas en inglés BFR-RE)

RFS con ejercicio aeróbico o RFS-EA (por sus siglas en inglés BFR-AE)

2. RFS con ejercicio aeróbico o RFS-EA (por sus siglas en inglés BFR-AE)

3. Experimental: RFS con modalidades de ejercicio no tradicionales (p. ej. vibraciones de cuerpo completo y estimulación eléctrica neuromuscular)

RFS-ER

La RFS-ER incrementa la hipertrofia y fuerza del músculo.

Recientes meta-análisis y revisiones sistemáticas han demostrado su efecto en la fuerza del músculo y/o hipertrofia en poblaciones jóvenes y de edad avanzada, así como en pacientes con problema de carga que necesitan rehabilitación.

Se han demostrado mejoras resultantes de la RFS-ER en la fuerza muscular con diversas medidas:

i) fuerza isocinética, isométrica y dinámica isotónica.

ii) índice de desarrollo de la fuerza/capacidad de fuerza explosiva

- La RFS-ER puede producir mayores efectos que el ejercicio de resistencia de baja carga (por sus siglas en inglés LL-RE) en hipertrofia muscular y adaptaciones de fuerza. Se pueden observar dichas adaptaciones después de 1 a 3 semanas.
- Como la RFS-ER, el ejercicio de resistencia de alta carga (por sus siglas en inglés HL-RE) también consigue incrementos tempranos en la fuerza; sin embargo, la adaptación de la masa muscular posterior al ejercicio de resistencia de alta carga es generalmente lenta.

¿POR QUÉ LA RFS-ER PERMITE UNA MAYOR GANANCIA EN MASA MUSCULAR EN COMPARACIÓN CON EL EJERCICIO DE RESISTENCIA DE ALTA CARGA?

- Se han observado incrementos en la masa muscular con la RFS-ER incluso de 2 a 10 días tras el entrenamiento.
- Es posible que el crecimiento inicial muscular tras el entrenamiento RFS-ER se dé debido al uso de entrenamiento de alta frecuencia, que no siempre es posible con el ejercicio de resistencia de alta carga.
- La RFS-ER requiere menos esfuerzo mecánico que el ejercicio de resistencia de alta carga, lo que permite un ejercicio de mayor frecuencia.
- La hipertrofia muscular con una frecuencia de entrenamiento convencional a menudo es resultado de periodos de entrenamiento más largos (de 3 a más de 8 semanas).



OTRAS VENTAJAS

- La RFS-ER permite ganar más masa muscular que el ejercicio de resistencia de baja carga. Sin embargo, es menos efectivo con el ejercicio de resistencia de alta carga en ganancia de fuerza muscular.
- Tanto la RFS-ER y el ejercicio de resistencia de alta carga parecen ser igual de efectivos en ganancia de masa muscular.

RECOMENDACIÓN

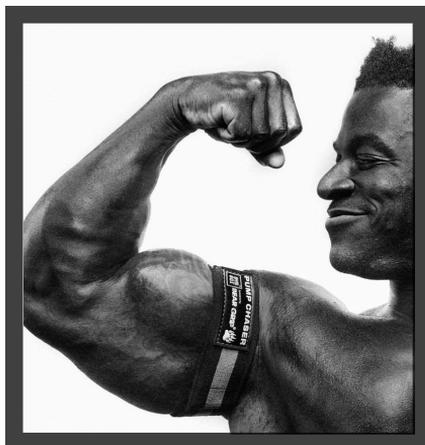
- La RFS-ER es más efectiva que el ejercicio de resistencia de baja carga, y se puede utilizar cuando se desaconseja el ejercicio de resistencia de alta carga (p. ej. en rehabilitaciones postoperatorias, cardíacas, con enfermedades inflamatorias o en personas de edad avanzada más frágiles)
- La RFS-ER también puede servir como alternativa potencial al ejercicio de resistencia de alta carga en poblaciones clínicas con atrofia por desuso.

DETERMINANDO LA PRESIÓN DEL MANGUITO

- Hay varias características del miembro que influyen en la presión de oclusión arterial o POA (por sus siglas en inglés AOP):
 - Forma del torniquete.
 - Ancho y largo del miembro.
 - Tamaño del miembro.
 - Presión sanguínea.
- Un miembro más grande requerirá mayor presión del manguito para restringir correctamente el flujo sanguíneo arterial.
- Los investigadores recomiendan que la presión sea relativa al miembro a ejercitar.
- Los terapeutas deberían evitar aplicar presión relativa a la presión arterial sistólica braquial o PSB (por sus siglas en inglés SbP).
- La PSB se correlaciona mal con las mediciones de la POA y puede no proporcionar una reducción consistente del flujo sanguíneo
- La presión durante el ejercicio RFS debería ser ajustada a la medida de la POA.
- Los expertos recomiendan medidas de presión desde el 40 al 8 por ciento de la POA.

ANCHO DEL MANGUITO

- El ancho del manguito es de vital importancia al determinar la POA.
- Un manguito más ancho a menudo requerirá una presión menor debido a su mayor superficie.
- Comúnmente se usan medidas de 3 a 18 centímetros en la RFS.
- A tener en cuenta: aplicar una presión relativa del 40 % de la POA no significa que haya una reducción del 40 % del flujo sanguíneo.
- Los investigadores están de acuerdo en que el crecimiento se vea atenuado directamente debajo del manguito.
- Los investigadores aprueban el uso de una gran variedad de anchuras de manguito, pero los terapeutas deberían ajustar la presión utilizando la POA.
- Los investigadores recomiendan evitar el uso de manguitos extremadamente anchos, que podrían limitar el movimiento durante el ejercicio.



MATERIAL DEL MANGUITO

- Se utilizan manguitos de material elástico y nailon.
- Ambos materiales demuestran adaptaciones musculares beneficiosas.
- El material del manguito no aparenta tener impacto en el resultado de la RFS-ER
- Los terapeutas podrán corregir cualquier diferencia en el material del manguito aplicando presión equivalente al % de la POA a cada manguito.

CARGA DE EJERCICIO, VOLUMEN, PERIODOS DE DESCANSO, DURACIÓN Y FRECUENCIA

TABLA 1

MODELO DE EJERCICIO PRESCRITO CON RFS-ER.

Guías generales	
Frecuencia	2-3 veces a la semana (>3 semanas) o 1-2 veces al día (1-3 semanas)
Carga	20-40% 1RM
Tiempo de restricción	5-10 min. por ejercicio (con reperusión entre ejercicios)
Tipo	Grupos musculares grandes y pequeños (brazos y piernas/uni o bilateral)
Conjuntos	2-4
Manguito	5 (pequeño), 10 o 12 (mediano), 17 o 18 cm (grande)
Presión de repetición	(75 reps) - 30 × 15 × 15 × 15, o conjuntos hasta fallo del 40-80 % POA
Descanso entre conjuntos	30-60 s
Forma de restricción	Continua o intermitente
Velocidad de ejecución	1-2 s (concéntrico y excéntrico)
Ejecución	Hasta fallo concéntrico o cuando el esquema de repeticiones sea completado.

CARGA DEL EJERCICIO

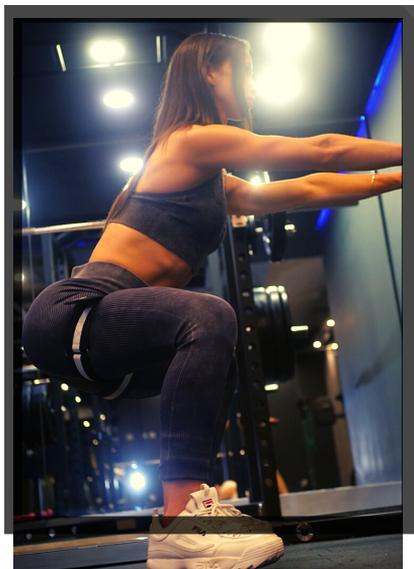
- La carga relativa levantada durante el ejercicio de resistencia puede dictar la presión aplicada hasta cierto punto. Los individuos podrán maximizar el crecimiento muscular y de fuerza al ejercitar con cargas correspondientes al 20-40 % de su máximo nivel de fuerza (p. ej. 1RM).
- Los terapeutas pueden necesitar aplicar una mayor presión (~80 % POA) si la carga cae por debajo de la recomendación (p. ej. ~20 % de 1RM).
- Tener como objetivo a grupos musculares próximos al manguito puede requerir una mayor presión aplicada para máxima adaptación.
- Los expertos recomiendan utilizar carga de ejercicio del 20-40 % de 1RM.

VOLUMEN

- El conjunto y esquema de repeticiones más utilizado es:
 - 75 repeticiones a lo largo de cuatro conjuntos de ejercicios (30, 15, 15, 15)
 - 30 repeticiones en el primer conjunto;
 - 15 repeticiones en cada conjunto posterior.
- También es común completar de 3 a 5 conjuntos hasta el fallo concéntrico durante la RFS-ER.
- Las repeticiones hasta el fallo pueden no ser necesitadas en ciertas situaciones (p. ej. si los pacientes con necesidad de rehabilitación postoperatoria).

PERIODOS DE DESCANSO

- Se pueden hacer periodos de descanso cortos entre conjuntos durante la RFS-ER.
- Los terapeutas deberían mantener la restricción durante este periodo.
- Se han observado adaptaciones de fuerza tanto con periodos de 30 como de 60 segundos.
- Los investigadores recomiendan periodos de descanso de entre 30 a 60 segundos.
- Sin embargo, la RFS intermitente puede ser de mayor ayuda al reducir hinchazón o estrés metabólico que la continua.



FRECUENCIA

- La recomendación para la RFS-ER es de 2 a 4 veces por semana.
- Los terapeutas pueden implementar un entrenamiento diario doble en una situación de rehabilitación clínica. Pueden realizar una aproximación de alta frecuencia (1 a 2 veces al día) durante periodos cortos de tiempo (1 a 3 semanas).
- La frecuencia ideal de programación normal es de 2 a 3 sesiones por semana.

DURACIÓN DE PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO

- La RFS-ER puede estimular la hipertrofia muscular y adaptaciones de fuerza dentro de periodos de 3 semanas.
- La mayoría de estudios, sin embargo, aboga por duraciones mayores (más de 3 semanas)

RFS-EA

- La RFS-EA ha demostrado incrementar la fuerza e hipertrofia en poblaciones jóvenes y de edad avanzada.
- Se puede aplicar al andar o realizar ciclismo.
- Los individuos que realizan RFS-EA podrán observar cambios en la fuerza muscular ósea e hipertrofia tan pronto como en 3 semanas.
- La RFS-EA es más efectiva tras al menos 6 semanas.
- Las investigaciones han mostrado un incremento de fuerza muscular del 7 al 27 % e hipertrofia del 3 al 7 % tras la RFS-EA.
- La RFS-EA también mejora las habilidades funcionales de un rango de tareas relevantes al día a día, salud y bienestar.

DESVENTAJAS

- La RFS-EA aplicada suele ser de baja intensidad (45 % de reserva de ritmo cardíaco o 40 % de VO2 máx.), lo que evita que los usuarios aprovechen el entrenamiento en su máximo potencial.
- Hay baja estandarización de la presión durante la RFS-EA.
- Es necesario un mayor entendimiento de las adaptaciones musculares al entrenar con la RFS-EA.



TABLE 2

MODEL OF EXERCISE PRESCRIPTION WITH BFR-RE.

Guías generales

Frecuencia	2-3 veces por semana (más de 3 semanas) o 1-2 veces al día (1 a semanas)
Intensidad	Menos del 50 % VO2 máx. o de la reserva de ritmo cardíaco
Tiempo de restricción	5-20 min. por ejercicio
Tipo	Grupos musculares grandes y pequeños (brazos y piernas/uni bilateral)
Presión de conjuntos	Continua o intervalos al 40-80 % POA
Manguito	5 cm (pequeño), 10 o 12 cm (mediano), 17 o 18 cm (grande)
Modo de ejercicio	Caminar o bicicleta

PROTOSCOLOS PARA LA PREVENCIÓN DE PÉRDIDA DE FUERZA Y ATROFIA

P-RFS

- La P-RFS no requiere ejercicio: tan solo aplicar los manguitos a los miembros.
- Se ha realizado poca investigación al respecto.
- Los datos disponibles sugieren que aplicar la P-RFS intermitentemente puede retrasar la atrofia muscular y pérdida de fuerza durante el descanso en cama o inmobilizaciones.
- La P-RFS puede reducir la pérdida de masa muscular y fuerza en varias condiciones:
 - Tras operaciones de ligamentos anteriores cruzados;
 - Tras una artroplastia total de rodillas.
 - Durante inmobilizaciones o escayolados.
 - Con pacientes en cuidado intensivo.

RFS-AE

- La P-RFS también ha demostrado mejorar la capacidad oxidativa local del músculo óseo y las mejoras cardiovasculares en 7 días.
- Takarada et al. (2000) desarrolló un protocolo estándar para implementar la P-RFS.
- El protocolo conlleva 5 minutos de restricción seguidos de 3 minutos de reperfusión durante 3 a 4 conjuntos.
- Los terapeutas pueden implementar este protocolo una o dos veces al día desde 1 a 8 semanas.
- Las presiones utilizadas durante la P-RFS han variado a menudo, desde 50 mmHg a 260 mmHg.
- Las presiones más altas pueden proteger contra la atrofia por desuso.
- Es necesaria una mayor investigación para determinar la presión definitiva y examinar otros protocolos.

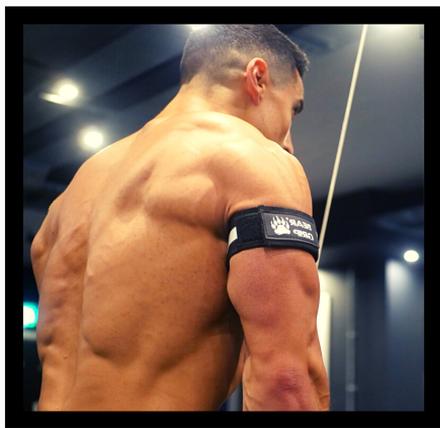


TABLA 3

MODELO DE EJERCICIO PRESCRITO CON P-RFS.

Guías generales	
Frecuencia	1-2 veces al día (duración del descanso en cama/inmovilización)
Tiempo de restricción	Intervalos de 5 minutos
Tipo	Grupos musculares grandes y pequeños (brazos y piernas/uni o bilateral)
Sets	3-5
Manguito	5 (pequeño), 10 o 12 (mediano), 17 o 18 (grande)
Descanso entre conjuntos	3-5 min.
Presión	Incierta – puede ser necesaria mayor presión (70-100 % POA)
Forma de restricción	Continua

RFS CON ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA O RFS-EE (POR SUS SIGLAS EN INGLÉS BFR-ES)

- Hay pruebas limitadas en apoyo al uso de la RFS-EE.
- La RFS-EE dos veces al día durante 2 semanas ha demostrado un incremento en el ancho muscular y fuerza en hombres desentrenados.
- La intensidad de la RFS-EE puede tener una relación dosis-respuesta con la adaptación muscular.
- La RFS-EE de baja intensidad durante 6 semanas ha demostrado incrementar la sección transversal del extensor carpi radialis longus un 17 %.
- Algunos pacientes han demostrado mejoras en funciones vasculares con la RFS-EE.
- La RFS-EE es una potencial área de estudio y necesita mayor investigación.

ASPECTOS DE SEGURIDAD DE LA RFS-ER

Respuesta cardiovascular a la RFS-ER

Nota: Los mecanismos que regulan el flujo sanguíneo implican la modulación del tono simpático y la retroalimentación periférica procedente de vénulas, arteriolas y lechos capilares.

- La RFS-ER puede mediar en una respuesta cardiovascular alterada.
- Dicha respuesta a menudo resulta de la presión externa aplicada durante la RFS-ER.
- Las respuestas vasculares centrales y periféricas coinciden con la mayor demanda de oxígeno de los músculos óseos durante la RFS-ER.
- La RFS-ER afecta a varios factores metabólicos, mecánicos y endoteliales relacionados con el control local del tono vasomotor.
- La RFS-ER suele conllevar una vasodilatación balanceada dentro de los músculos activos al limitar el control simpático del tono vasomotor.

RESPUESTA VASCULAR CENTRAL A LA RFS-ER

- La respuesta central cardiovascular inducida por la RFS-ER depende de varios factores:
 - El nivel de la RFS
 - El modo de ejercicio (p. ej. RFS-ER contra la RFS-EA)
 - Modo de aplicación (p. ej. RFS continua contra RFS intermitente)
- La RFS-ER afecta de manera aguda a los parámetros centrales hemodinámicos.
- La respuesta cardiovascular incrementada durante la RFS-ER suele volver a la base (5 a 10 minutos) tras el entrenamiento.
- La RFS-ER no parece afectar al gasto cardíaco.
- La RFS-ER causa menos cambios en la respuesta central hemodinámica que el ejercicio de resistencia de alta carga, especialmente si la RFS se combina con ejercicio aeróbico.
- Los cambios inducidos por la RFS en el flujo periférico durante la marcha ligera aumentan la presión sistólica periférica y aórtica más que un ejercicio similar sin oclusión.
- La RFS sólo influye en las ondas de presión salientes, no en las reflejadas.
- El manejo de la presión afecta a la respuesta cardiovascular a la RFS-ER.
- Las presiones restrictivas relativas más altas inducen respuestas cardiovasculares más altas que la RFS-ER.
- El aumento de las presiones restrictivas relativas puede aumentar el riesgo potencial asociado a la RFS-ER.
- La RFS-ER puede mantener la presión arterial elevada si se mantienen los manguitos de presión durante los intervalos de descanso.
- La RFS-ER provoca una mayor hipotensión postejercicio que el ejercicio de resistencia de alta carga.

RESPUESTA PERIFÉRICA VASCULAR A LA RFS-ER

- El ejercicio de RFS puede afectar a la distensibilidad arterial y función endotelial.
- La RFS-ER afecta a la distensibilidad arterial grande y pequeña.
- La RFS-ER afecta a la distensibilidad arterial grande de la misma manera que el ejercicio de resistencia de baja carga y el de alta carga.
- El ejercicio de resistencia de alta carga afecta a la distensibilidad arterial pequeña de manera más intensa que la RFS-ER y el ejercicio de resistencia de baja carga.
- La RFS-ER puede mejorar de forma transitoria la función endotelial.
- La RFS-EA puede afectar de forma aguda a la dilatación mediada por flujo o DMF (por sus siglas en inglés FMD).
- También se ha demostrado que la RFS-EA aumenta la DMF a largo plazo.
- Son comunes los episodios de síncope en los profesionales y los entornos clínicos; sin embargo, tales incidencias rara vez se reportan en la literatura de la RFS-ER.
- La aplicación de la RFS sin ningún otro estímulo puede aumentar concomitantemente la resistencia vascular sistémica (RVS) y disminuir el gasto cardíaco (GC).
- Se ha demostrado que la RVS aumenta o permanece inalterada tras la RFS-ER o la RFS-EA y que se reduce tras el ejercicio.
- El GC y la RVS no suponen una amenaza cardiovascular en el ejercicio con RFS; sin embargo, un GC constante unido a un aumento de la RVS puede producir respuestas individuales adversas.

RFS-ER Y TROMBOEMBOLISMO VENOSO: MEDIDAS AGUDAS

- La formación de trombosis venosa profunda o TVP (por sus siglas en inglés DVT) es una preocupación inherente dado que el manguito oclusivo comprime la el sistema vascular durante la RFS-ER.
- La literatura actual de la RFS-ER revela eventos menores adversos en relación al tromboembolismo venoso o TEV (por sus siglas en inglés VTE).
- Los marcadores sanguíneos directos de coagulación son la medida más utilizada para el TEV tras la aplicación de la RFS-ER.
- Los estudios breves han mostrado cambios insignificantes en las coagulaciones sanguíneas utilizando el dímero D.
- Algunos estudios también han informado de una elevación no significativa de la proteína C reactiva o PCR (por sus siglas en inglés CRP) y del producto de degradación de la fibrina o PDF (por sus siglas en inglés FDP).
- Los futuros estudios breves deberían centrarse en las presiones relativas, las extremidades superiores, las poblaciones clínicas y los sujetos femeninos.

RFS-ER Y TROMBOEMBOLISMO VENOSO: MEDIDAS CRÓNICAS

Varios papeles de la RFS-ER que abordan preocupaciones sobre el TEV han sugerido que:

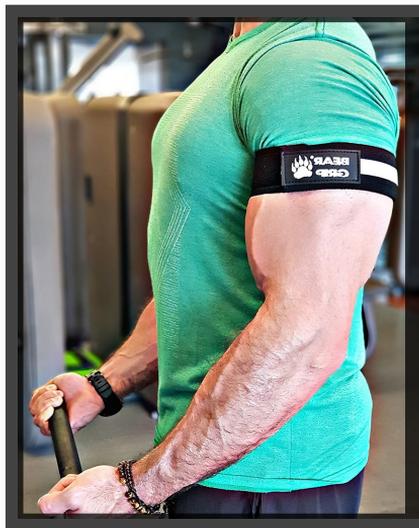
- No hay cambios en el dímero D, el fibrinógeno o la PCR con el ejercicio de las extremidades inferiores durante 4 semanas al 30 % de 1RM.
- Ningún aumento significativo en los valores del PDF, dímero D y creatina quinasa o CQ (por sus siglas en inglés CK) después de 12 semanas de la RFS-ER al 20-30 % 1RM (2 días/semana).
- Ningún aumento significativo de los niveles de dímero D, PDF o CQ después de 12 semanas de ejercicios bilaterales de extensión y flexión del codo con banda elástica.
- La posibilidad de TEV después de la RFS-ER presenta un riesgo muy bajo en la población (de 0,2 a 0,26 % en Asia).
- Ecografías dúplex no revelaron signos de formaciones de trombos tras 12 sesiones de la RFS-ER después de una operación de rodilla.

RFS-ER Y EL SISTEMA FIBRINOLÍTICO

- El ejercicio de resistencia ha demostrado que regula la vía fibrinolítica tras una sola sesión de ejercicio.
- Los efectos beneficiosos del ejercicio de resistencia en el sistema fibrinolítico se muestran tanto en jóvenes adultos como en pacientes de edad avanzada con enfermedades cardíacas.
- La RFS-ER parece estimular el sistema fibrinolítico.
- La RFS-ER en extremidades inferiores parece incrementar el activador de tejido plasminógeno (por sus siglas en inglés tPA) en participantes sanos.
- La oclusión vascular sin ejercicio también ha demostrado un incremento en factores fibrinolíticos.
- Distintas variables, sin embargo, pueden afectar la respuesta fibrinolítica al ejercicio (p. ej. la edad, sexo y obesidad).

RFS-ER Y POBLACIÓN EN RIESGO DEL TEV

- Los estudios no han reportado efectos adversos relacionados con el TEV en personas de avanzada edad tras la RFS-ER.
- La investigación no ha mostrado un incremento en los factores de coagulación sanguínea con RFS-ER en población de avanzada edad con enfermedades cardíacas.
- Los clínicos deberán utilizar las reglas de predicción clínicas establecidas antes de aplicar la RFS-ER para evaluar la probabilidad de TEV en la población de riesgo.



RFS-ER Y ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO

- El estrés oxidativo ocurre cuando la producción de especies reactivas de oxígeno o ERO (por sus siglas en inglés ROS) desequilibra la capacidad del sistema antioxidante para reducir las moléculas.
- Un manguito de torniquete desinflado puede causar ERO y está ligado a heridas por reperfusión isquémica tras operaciones ortopédicas.
- El ejercicio de resistencia también puede inducir en producción de ERO.
- Los indicadores sanguíneos de estrés oxidativo incluyen:
 - Carbonilos proteicos.
 - Peróxidos lipídicos.
 - Glutatión en sangre.
 - Sistemas antioxidantes.
- Aplicar la RFS-ER (20 % 1RM) a extremidades inferiores bilaterales no ha mostrado incrementos significantes de niveles de peróxidos lipídicos.
- La RFS ha demostrado incrementar los carbonilos proteicos y el glutatión en sangre.
- La RFS-ER al 30 % 1 RM, sin embargo, ha demostrado reducir los carbonilos proteicos y el estado de glutatión.
- El ejercicio de moderada intensidad (70 % 1RM) puede elevar el estrés oxidativo con o sin RFS
- La formación del estrés oxidativo puede ser dependiente de la carga, más que de la RFS.

DAÑO MUSCULAR

- El ejercicio de resistencia de alta carga puede causar daño muscular a individuos inexpertos.
- Se puede detectar este daño de manera directa e indirecta.
- Dicho daño muscular suele ocurrir en la fase excéntrica del ejercicio.
- Los expertos creen que sobreestirar el sarcómero causa la respuesta inicial de daño.
- La respuesta inflamatoria puede causar daño muscular secundario.
- Se puede determinar el daño muscular con biopsia muscular y cuantificación de síntomas.
- Los indicadores comunes del daño muscular incluyen:
 - Dolor muscular
 - Edemas
 - Producción de fuerza reducida
 - Rango de movimiento reducido
 - Niveles de CQ y/o mioglobina.
- El ejercicio también puede causar rabdomiólisis por ejercicio en casos extremos, que a menudo llevan a dolores secundarios, hinchazón y daños potenciales a órganos blancos.
- Los casos de rabdomiólisis por ejercicio se asocian con:
 - Cargas de ejercicio extremas,
 - Cargas térmicas altas,
 - Deshidratación
 - El uso de ciertas medicaciones

- El entrenamiento de RFS puede exagerar el riesgo de rabdomiólisis a medida que magnifica el estrés metabólico a pesar del uso de cargas reducidas.
- Algunos casos aislados han descrito incidencias de rabdomiólisis con RFS-ER.
- El riesgo de rabdomiólisis con la RFS-ER, sin embargo, es bajo (de 0,07 a 0,2 %).
- El entrenamiento Kaatsu también tiene un índice bajo de rabdomiólisis (0,008 %).
- Las pruebas actuales no sugieren que el riesgo de rabdomiólisis aumente con la RFS-ER más que el con el ejercicio tradicional.
- Una preocupación común: aplicar la RFS puede llevar a o incluso aumentar el daño muscular por heridas por reperfusión isquémica.
- Los ejercicios de contracción muscular con RFS pueden elevar el riesgo de daño muscular.
- La RFS con ejercicios de resistencia de baja puede aumentar el dolor muscular por encima de lo normal en los días siguientes al entrenamiento.
- La RFS-ER causa cambios en la producción del torniquete y edemas musculares; sin embargo, dichos cambios suelen volver a la normalidad en 24 o 48 horas.
- Los estudios que investigaron los cambios en la amplitud de movimiento con la RFS-ER no encontraron diferencias a lo largo del tiempo

RESUMEN

- La RFS-ER no aparenta causar daño muscular con ejercicios de hasta 5 conjuntos hasta agotamiento voluntario.
- Los terapeutas deberían estar al tanto a la hora de admitir a individuos en sus programas de entrenamiento.
- Deberían utilizar los indicadores indirectos para identificar aquellos que sean más susceptibles al daño muscular.
- Los efectos de aplicar una presión relativa son actualmente desconocidos.
- Las pruebas actuales no infieren daño muscular aparente al entrenamiento de RFS de alta frecuencia de 1 a 3 semanas (con 1 o 2 sesiones por semana).
- Se desconoce si la RFS con ejercicio aeróbico de baja intensidad puede causar una respuesta dañina.

REFERENCIAS

Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C. and Patterson, S.D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), pp.1003–1011.

Ganesan, G., Cotter, J.A., Reuland, W., Cerussi, A.E., Tromberg, B.J. and Galassetti, P. (2015). Effect of blood flow restriction on tissue oxygenation during knee extension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, [online] 47(1), pp.185–193. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24870580/> [Accedido el 27 de agosto de 2020].

BEAR GRIP 

